Université Abdelmalek Essaâdi

Département de physique

Tétouan

Année: 08 – 09

SMA / SMI

O.B

TD de Thermodynamique
Série n° 1

Exercice n° 1 : Lundi

Un thermomètre à mercure, gradué linéairement, plongé dans la glace fondante indique la division -2. Dans la vapeur d'eau sous pression atmosphérique (P= 1 atm), il indique la division +103.

1) Dans un bain tiède, le thermomètre indique +70. Déterminer la température T du bain.

2) Plus généralement, déterminer la correction à apporter à la lecture de la division n, sous forme T- n = f(n). En déduire la température T pour laquelle aucune correction n'est nécessaire.

Exercice 2 : Samedi

On veut convertir la graduation d'un thermomètre, donnée à l'échelle FAHREINEIT, en degré CELSIUS.

1) Convertir 200°F en °C.

2) Quelle est la température normale du corps humain indiquée par le thermomètre ?

3) A quelle température, les deux échelles donnent-elles la même indication ?

Exercice 3 : CC2 (07-08)

Lorsque la soudure de référence d'un thermocouple est à 0°C (glace fondante) et l'autre à la température θ, exprimée en °C, la f.e.m thermoélectrique fournie par le thermocouple est donnée par la relation : $E = a\theta + b\theta^2$ avec $a = 0{,}1$ mV/°C et $b = -4.10^{-4}$ mV/°C^2.

Supposons que l'échelle de température est définie par la relation linéaire $\theta^* = \alpha E + \beta$ en considérant la f.e.m comme étant le phénomène thermoélectrique tel que $\theta^*=0$ pour la glace fondante et $\theta^*=100$ à la température de l'eau bouillante sous pression atmosphérique.

1) Quelle est la température pour laquelle l'écart $\theta - \theta^*$ est maximum ? *(2pts)*

2) Calculer cet écart *(2pts)*.



Exercice 4 : CC2 (07-08)

Pour remplir une baignoire de 150 l, on dispose d'eau chaude à 75°C et de l'eau froide à 12°C.

- Dans quelle proportion faut-il faire ce mélange pour obtenir de l'eau à 35°C ? *(3pts)*

Exercice 5 : Lundi

Un calorimètre, de capacité thermique C = 120 $J.K^{-1}$, contient 250 g d'eau et 40 g de glace en équilibre thermique. Quelle est sa température?

On chauffe lentement l'ensemble avec une résistance électrique. La température de l'eau du calorimètre atteint 28,8 °C lorsque la quantité de chaleur dissipée par la résistance est égale à 51530 J.

- En déduire la valeur de la chaleur latente de fusion de la glace.

Exercice 6 : Samedi

On place dans un calorimètre une masse M = 400 g d'eau que l'on chauffe à l'aide d'une résistance électrique alimentée par un courant d'intensité 0,85 A, sous une tension de 220 V. Il en résulte un accroissement régulier de la température de l'eau de 4,86 °C par minute.

1) Quelle est la capacité thermique C du calorimètre ?
2) Trouvez la valeur en eau du calorimètre.

Exercice 7 : Lundi

La différentielle de la pression d'un gaz est donnée par l'équation relative à une mole dans un intervalle de pression donné :

$$dP = -\frac{RT}{V^2}\left(1+\frac{2A}{V}\right)dV + \frac{R}{V}\left(1+\frac{A}{V}\right)dT$$

- Vérifier que c'est une différentielle totale, et en déduire l'équation d'état du gaz P(V,T) dans l'intervalle de pression considéré.

Exercice 8 : Samedi

Soit une différentielle : $df = 2x\sin y\,dx + (x^2\cos y + 1)\,dy$

- Vérifier que c'est une différentielle totale, et chercher la fonction f(x,y).



/12/08

SÉRIE n° 1

Exercice 2

$0°C \rightarrow 32°F$

$100°C \rightarrow 212°F$

$T°_F = aT°_C + b$ ou $T°_C = aT°_F + b$

$$\begin{cases} 32° = a \times 0 + b \Rightarrow b = 32 \\ 212 = a \times 100 + 32 \Rightarrow a = \frac{212 - 32}{100} = \frac{180}{100} = 1{,}8 = a \end{cases}$$

$$\boxed{T°_F = 1{,}8\, T°_C + 32}$$

(1) Pour $T°_F = 200$ on a : $200 = 1{,}8\, T°_C + 32$

$$T°_C = \frac{200-32}{1{,}8} = \frac{168}{1{,}8} = \boxed{93{,}33°C}$$

(2) Pour $t = 37°C \Rightarrow T°_F = 1{,}8 \times 37° + 32$

$$\boxed{T°_F = 98{,}6\,°F}$$

(3) Si $T°_C = T°_F = T \Rightarrow T = 1{,}8\,T + 32 \Leftrightarrow T - 1{,}8\,T = 32$

$\Leftrightarrow T(1-1{,}8) = 32 \Leftrightarrow -0{,}8\,T = 32 \Leftrightarrow \boxed{T = -\frac{32}{0{,}8} = -40°C = -40°F}$

Exercice 3

(1) 1^{ère}ment, on résoud l'éq^{t} :

$$\begin{cases} 0 = \alpha E + \beta \quad (*) \\ 100 = \alpha E + \beta \quad (**) \end{cases}$$

$(*) \Rightarrow \alpha(a \times 0 + b \times 0) + \beta = 0 \Rightarrow 0 + \beta = 0 \quad \boxed{\beta = 0}$

$(**) \Rightarrow 100 = \alpha E + 0 \Leftrightarrow 100 = \alpha(0{,}1 \times 100 + (-4.10^{-4}) \times 10^{4})$

$\Leftrightarrow 100 = \alpha(10 - 4) \Leftrightarrow \alpha = \frac{100}{6} = \boxed{\frac{50}{3}}$

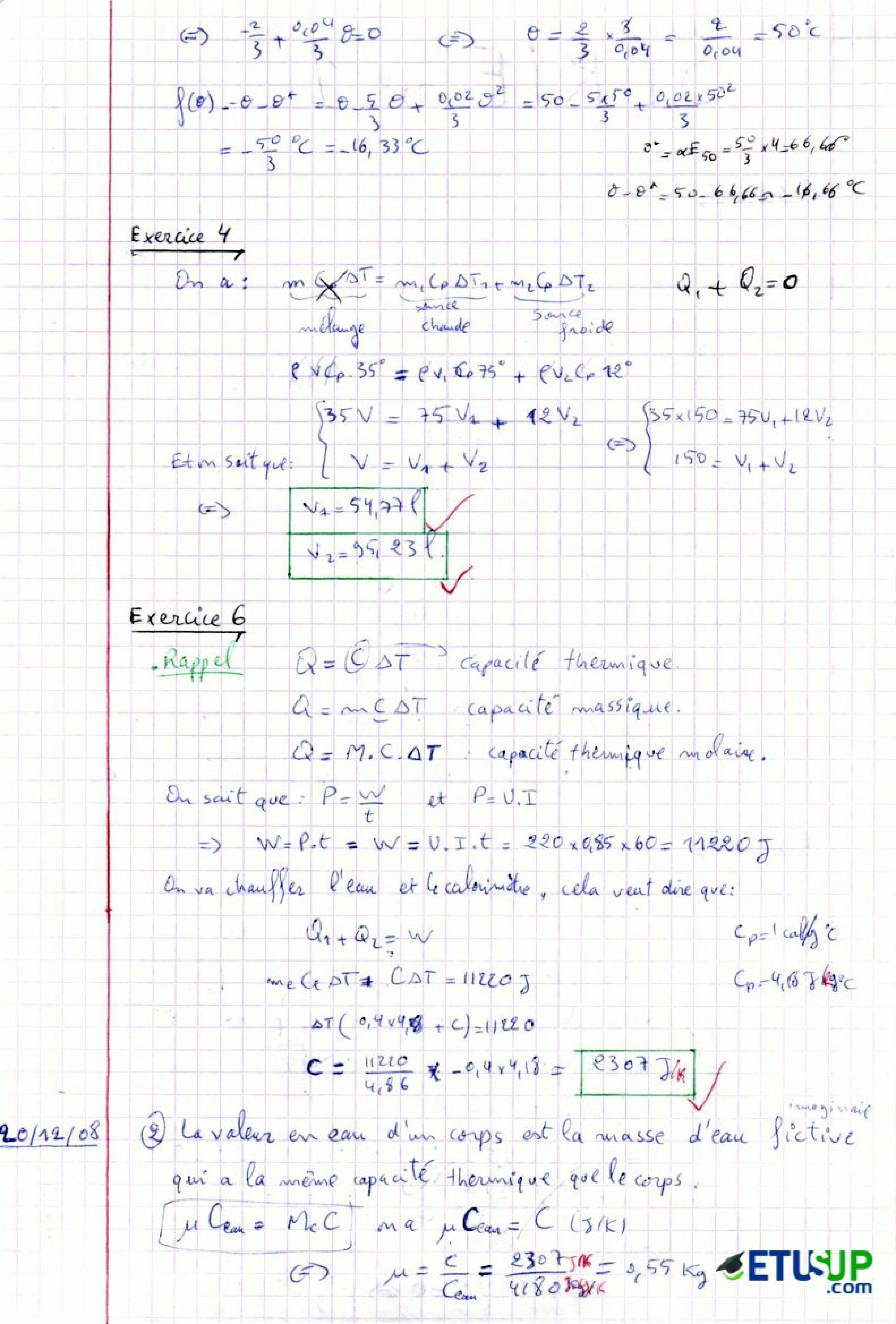
Donc : $\theta - \theta^{*} = \theta - \frac{50}{3}(0{,}1\,\theta - 4.10^{-4}\theta^2)$

$= \theta - \left(\frac{50}{3} \times 0{,}1\,\theta - \frac{50}{3} \times 4.10^{-3}\,\theta^2\right) = \theta - \left(\frac{5}{3}\theta - \frac{0{,}02}{3}\theta^2\right)$

$f(\theta) = \theta - \frac{5}{3}\theta + \frac{0{,}02}{3}\theta^2 = -\frac{2}{3}\theta + \frac{0{,}02}{3}\theta^2$

$f(\theta)$ est max ssi $f'(\theta) = 0$

$$-\frac{2}{3} + 2.\frac{0{,}02}{3}\theta = 0 \Leftrightarrow -\frac{2}{3} + \frac{0{,}04}{3}\theta = 0$$



$\Leftrightarrow \ -\frac{2}{3} + \frac{0{,}04}{3}\theta = 0 \quad \Leftrightarrow \quad \theta = \frac{2}{3} \times \frac{3}{0{,}04} = \frac{2}{0{,}04} = 50°C$

$f(\theta) - \theta - \theta^* = \theta - \frac{5}{3}\theta + \frac{0{,}02}{3}\theta^2 = 50 - \frac{5 \times 50}{3} + \frac{0{,}02 \times 50^2}{3}$

$= -\frac{50}{3}°C = -16{,}33°C$

$\theta^* = \alpha E_{50} = \frac{50}{3} \times 4 = 66{,}66°$

$\theta - \theta^* = 50 - 66{,}66 = -16{,}66°C$

Exercice 4

On a : $m \cancel{C_p} \Delta T = m_1 C_p \Delta T_1 + m_2 C_p \Delta T_2$ (mélange ; source chaude ; source froide) $\qquad Q_1 + Q_2 = 0$

$\rho V C_p \, 35° = \rho V_1 C_p 75° + \rho V_2 C_p 12°$

Et on sait que : $\begin{cases} 35V = 75V_1 + 12V_2 \\ V = V_1 + V_2 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 35 \times 150 = 75V_1 + 12V_2 \\ 150 = V_1 + V_2 \end{cases}$

$\Leftrightarrow$ $V_1 = 54{,}77\,l$ ✓
$V_2 = 95{,}23\,l$ ✓

Exercice 6

Rappel

$Q = C\Delta T$ → capacité thermique.

$Q = m\underline{C}\Delta T$ capacité massique.

$Q = M.C.\Delta T$ capacité thermique molaire.

On sait que : $P = \frac{W}{t}$ et $P = U.I$

$\Rightarrow W = P.t = W = U.I.t = 220 \times 0{,}85 \times 60 = 11220\,J$

On va chauffer l'eau et le calorimètre, cela veut dire que :

$Q_1 + Q_2 = W$ $\qquad C_p = 1\,cal/g\,°C$

$m_e C_e \Delta T + C\Delta T = 11220\,J$ $\qquad C_p = 4{,}18\,J/kg\,°C$

$\Delta T(0{,}4 \times 4{,}18 + C) = 11220$

$C = \frac{11220}{4{,}86} - 0{,}4 \times 4{,}18 = 2307\,J/K$ ✓

20/12/08 ② La valeur en eau d'un corps est la masse d'eau fictive (imaginaire) qui a la même capacité thermique que le corps.

$\mu C_{eau} = M_c C$ on a $\mu C_{eau} = C$ (J/K)

$\Leftrightarrow \mu = \frac{C}{C_{eau}} = \frac{2307\,J/K}{4180\,J/kg\,K} = 0{,}55\,Kg$

Exercice 8

$$df = 2x \sin y \, dx + (x^2 \cos y + 1) \, dy = \left.\frac{\partial f}{\partial x}\right)_y dx + \left.\frac{\partial f}{\partial y}\right)_x dy$$

Posons $p = \left.\frac{\partial f}{\partial x}\right)_y = 2x \sin y$ et $q = \left.\frac{\partial f}{\partial y}\right)_x = x^2 \cos y + 1$

$\left.\frac{\partial P}{\partial y}\right)_x = 2x \cos y$, $\left.\frac{\partial Q}{\partial x}\right)_y = 2x \cos y$

Donc, la différentielle est totale, on a :

$$\left.\frac{\partial f}{\partial x}\right)_y = 2x \sin y \Rightarrow f = \int 2x \sin y \, dx + cte$$

$$= \sin y \int 2x \, dx + cte$$

$$= x^2 \sin y + g(y)$$

et $\left.\frac{\partial f}{\partial y}\right)_x = x^2 \cos y + 1$

$= x^2 \cos y + g'(y)$

$\Rightarrow g'(y) = 1$ $\quad g(y) = \int 1 \, dy = y + cte$

$\Rightarrow f(x, y) = x^2 \sin y + y + cte$.